Vergleichende Untersuchung zweier ähnlich zusammengesetzter Diäten mit Kaseïn oder Roggenvollkornmehl als Nahrungs-N-Träger auf den Leberglykogengehalt

Dr. med. Heinz Werner

M 366 1939

Aus den Seminaristischen Übungen für pathologische Physiologie
an der Universität in Berlin
(Leiter: Prof. Dr. Adolf Bickel)

Vergleichende Untersuchung zweier ähnlich zusammengesetzter Diäten mit Kaseïn oder Roggenvollkornmehl als Nahrungs-N-Träger auf den Leberglykogengehalt

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des

Medizinischen Doktorgrades

an der

**Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Berlin**

vorgelegt von

Heinz Werner
aus Posen

Tag der Promotion: 15. 12. 1939

Druck: Albert Brüske, Stettin, Friedrich-Karl-Straße 39

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Kreuz
Referent: Prof. Dr. Bickel
Korreferent: Prof. Dr. K. Lohmann.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern

in herzlicher Dankbarkeit gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548011_0073

Die Untersuchung der Wirkung einer Ernährung mit Roggenvollkornmehl auf den Glykogengehalt der Leber beansprucht heute ein besonderes Interesse, weil mit Rücksicht auf eine zureichende Vitamin B_1-Versorgung der Bevölkerung und auf den hohen Eiweißgehalt der Kleie der Genuß des Vollkornbrotes und in Deutschland, besonders des Roggenvollkornbrotes, stark propagiert wird. So sagt Kraft, einer der prominentesten Propagandisten der Gegenwart für die Vollkornroggenbrotnahrung in Deutschland:

(1) „Man kann mit der gleichen Menge Korn, verarbeitet zu Vollkornbrot, etwa die doppelte Anzahl Menschen viel besser, viel vollwertiger ernähren, als wenn man, wie heute, das Korn zu Feinbrot verarbeitet und die 16—20 % der Kleienährstoffe, welche durch die Tierverfütterung der Kleie als tierisches Nahrungsmittel wiedergewonnen werden, diesem Feinbrot hinzufügt."

Und an anderer Stelle schreibt er:

„Es steht unumstößlich fest, daß unsere heutige Nahrung zu arm an Vitamin B_1 ist, daß im Interesse voller Gesundheit und höherer Leistungsfähigkeit eine erhebliche Mehrzufuhr von B_1 dringend nottut und daß uns diese ausschließlich die Kleieteile des Kornes zu liefern imstande sind."

Dresel und Hettche (2) vertreten in einer Arbeit aus dem Jahre 1932 ebenfalls die Ansicht, daß das Vollkornbrot die günstigste Ausnutzung der im Korn vorhandenen Stoffe bedeutet bei Berücksichtigung sämtlicher Stoffe. Unschwer könnte man diesen Autoren eine außerordentliche Zahl anderer anfügen, die den gleichen Gedankengängen folgen. Mir lag nur daran, hier darauf hinzuweisen, daß gerade heute wieder die

Roggenvollkornnahrung bei uns — man kann wohl im Hinblick auf gewisse Kreise sagen — leidenschaftlich propagiert wird und daß darum eine eingehendere Beschäftigung mit ihren physiologischen Wirkungen durchaus angezeigt ist.

Das Thema meiner Arbeit betrifft eine vergleichende Untersuchung über den Einfluß einer im wesentlichen aus frisch ausgemahlenem Roggenvollkornmehl und Fett bestehenden Nahrung auf den Leberglykogengehalt und einer solchen, deren Nahrungseiweiß Kaseïn und deren Kohlehydrat Kartoffelstärke und Rohrzucker ist. Dabei sollte der N- und Kaloriengehalt der gegebenen Diäten annähernd identisch, der Mineralstoff- und Vitamingehalt ähnlich sein.

Daß dieses Thema die Beziehungen des Nahrungseiweißes und des Kohlehydrates, aber auch diejenigen von Wirkstoffen zu dem Leberglykogengehalt berührt, ist offensichtlich.

Daß die Menge der Kohlehydrate in der Nahrung auf den Leberglykogengehalt bestimmend wirkt, erscheint einleuchtend, wenn auch keine genaue Proportion in dieser Hinsicht zu bestehen braucht. Hinsichtlich des Einflusses der Qualität des Kohlehydrates auf den Leberglykogengehalt verweise ich auf Pierce (3).

In seiner Arbeit gibt er eine Uebersicht über nicht weniger als 88 besonders aufgeführte Einzeluntersuchungen aus der neuesten Literatur. Er schildert zusammenfassend unsere Kenntnisse über die Aufsaugung der verschiedenen Zuckerarten im Magen-Darmkanal, ihren Uebergang in den Zellstoffwechsel und ihre Verwertung als Energie- und Wärmespender, sowie als Glykogen- und Fettbildner.

Neben Glykogen, dessen Speicherung in der Leber und anderen Organen besonders durch Aufnahme von Rohrzucker begünstigt wird, scheint als Polymer der Galaktose auch Galaktogen in manchen Organen abgelagert zu werden. Die Fettbildung aus dem Nahrungszucker erfolgt offenbar vorwiegend auf dem Wege über Glykogen. Besonders Rohrzucker führt leicht zu Fettbildung, Milchzucker jedoch kaum.

Neuerdings hat Danopoulos (4) anhand von Versuchen an Gruppen weißer Ratten gezeigt, daß auch die Polysaccharide in dieser Hinsicht eine unterschiedliche Wirkung haben.

Er schreibt folgendes:

„Wir sahen, daß bei Ratten bei entsprechender Zulage von löslicher Stärke oder Rohrzucker zur gemischten Nahrung die Lebern der Tiere im letzten Fall glykogenreicher waren als bei der Stärkegabe. Auch diese orientierenden Versuche fallen ganz in den Rahmen der von Pierce referierten Tatsache und zeigen, daß es nicht gleichgültig ist, welches Kohlehydrat in der Nahrung verabfolgt wird. Kartoffel-, Weizen- und Maisstärke bedingen bei im übrigen identischer Nahrung einen gleichen Leberglykogengehalt, während die Reisstärke einen um etwa 20 % höheren Leberglykogengehalt bewirkt. Man könnte gewiß an sich im Zweifel darüber sein, ob die Differenz von etwa 20 % bei Untersuchungen über den Leberglykogengehalt für weitergehende Schlußfolgerungen genügt, wie ich sie soeben gezogen habe. Da es sich jedoch hier um größere Tiergruppenversuche handelt und innerhalb der gleichen Gruppe die Leberglykogenwerte praktisch identisch waren, während die Gruppe der Reistiere mit einem erhöhten Glykogenwert aus der Reihe der Glykogenwerte aller anderen Gruppen herausfiel, ist man doch wohl zu dem Schluß berechtigt, daß die Reisstärke etwas besser in der Leber in Glykogenform deponiert wird, als es bei den anderen genannten Stärkearten der Fall ist."

Dieser Befund, daß die Reisstärke ein größeres Leberglykogendepot schafft als Kartoffel-, Weizen- und Maisstärke, schließt natürlich nicht aus, daß auch die anderen untersuchten Stärkearten noch immer gute Glykogenlieferanten sind. Für Roggenstärke liegen meines Wissens keine besonderen Untersuchungen vor. Man wird aber annehmen dürfen, daß sie sich ähnlich wie die Weizenstärke verhält.

Nebenbei sei bemerkt:

Mit der unterschiedlichen Eignung verschiedener Kohlehydrate für die Glykogenanreicherung der Leber hängt wohl auch ihr unterschiedlicher Effekt auf Blutzucker und Glykosurie vielfach zusammen.

Soviel zur Orientierung über die Beziehung der Kohlehydrate schlechthin und besonders ihrer einzelnen Repräsentanten zur Glykogenbildung.

Daß auch Beziehungen des Nahrungseiweißes zum Leberglykogengehalt bestehen, ist seit langem bekannt. Teils handelt es sich um eine Bausteinbelieferung des Körpers für Zucker und Glykogen, teils um steuernde Wirkungen auf den Zuckerstoffwechsel.

Hierzu schreibt Grafe inbezug auf den Diabetiker (6), S. 235:

„Während Eiweiß selbst in massiven Dosen niemals beim Gesunden zum Zuckerbildner wird, kann es beim Diabetiker ausgesprochen glykosurisch wirken, allerdings nur in schweren Fällen. Hier besteht ein ausgesprochenes Analogon zum experimentellen Diabetes der Hunde, sowohl dem pankreatogenen wie dem Phlorrhicindiabetes, wenn auch dort die auf der Höhe der Schädigung stets vorhandene maximale Zuckerbildung aus Eiweiß beim genuinen menschlichen Diabetes sich nur selten findet."

Die speziellen Beziehungen des Eiweißes als Bausteinlieferant für Glykogen ergeben sich vorzüglich aus den Arbeiten von Pflüger und seinen Mitarbeitern.

Ich verweise hier auf die Arbeiten von Pflüger und Junkersdorf (5), die fanden, daß beim normalen Hunde eine ausschließliche Ernährung mit dem fast glykogen- und fettfreien Kabeljaufleisch in großen Mengen zu beachtlicher Glykogenablagerung in der Leber führt. Ferner wiesen sie aber auch nach, daß ein durch voraufgegangene kohlehydratreiche Kost äußerst erhöhter Glykogengehalt der Leber durch Nachfütterung mit Ochsenfleisch oder Kabeljaufleisch herabgesetzt wird.

Erwähnt sei hierzu, daß für die Glykogenbildung der im Eiweiß präformierte Zucker, das Glukosamin, bekanntlich bedeutungslos ist.

Ueber die regulatorischen Beziehungen des Nahrungseiweißes zum Leberglykogengehalt ist folgendes zu sagen:

Die oben erwähnte Beobachtung von Pflüger und Junkersdorf wies schon darauf hin.

Von einer den Leberglykogengehalt herabsetzenden Wirkung einer reinen Eiweißnahrung sprechen aber auch Stransky (7), wie Kern und Stransky (8).

Hoher Gehalt der gemischten Nahrung an einem bestimmten Nahrungseiweiß (Kaseïn) bedingt einen niedrigeren Leberglykogenwert als geringerer Gehalt dieser Nahrung an dem gleichen Eiweiß (Pirrl 9).

Stöhr (10) untersuchte das Verhalten des Leber- und Muskelglykogens bei hungernden Ratten nach Belastung des Körpers mit glukoplastischen Aminosäuren und stellte fest: „Zunahme des Leberglykogens fand sich nach Gabe von d.— und l.—Alanin, l.—Cystin, l.—Cystein, Arginin, Asparaginsäure—Glutaminsäure. Wechselnd waren die Befunde bei Gaben von: Glykokoll, l.—Prolin, l.—Oxyprolin, d.—, l.—Aminocapronsäure. Negativ war sie bei Gabe von d.—, l.—Serin, d.—, l.—Aminobuttersäure, d.—Ornithin."

Das Muskelglykogen wurde nicht beeinflußt.

Nach den Feststellungen von Stöhr ist es also nicht der glukoplastische oder aglukoplastische Charakter der Aminosäure, der den Leberglykogengehalt allein bestimmt. Steuernde Wirkungen spielen mit.

Eine Steuerung des Glykogenbestandes der Leber durch eine einzelne Aminosäure unter Ausschluß einer Zucker- und Glykogenbildung aus der betreffenden Säure wurde direkt durch die Versuche von Haug (11) bewiesen. Er verfütterte bei eiweißfreier Nahrung an Ratten l.—Tyrosin, eine Aminosäure, die zu den aglukoplastischen gerechnet wird. Es ergab sich eine überraschend starke Verminderung des Leberglykogengehaltes. Eine steuernde Wirkung durch die Aminosäure steht wohl hier außer Frage.

Zu dem dritten, einleitend erwähnten Kapitel, zu dem meine vorliegende Untersuchung Beziehung hat, nämlich dem Einfluß von Wirkstoffen auf den Leberglykogengehalt, ist sowohl hinsichtlich der Vitamine wie auch der Hormone mancherlei bekannt. Daß Avitaminose zu Glykogenverarmung führt, wissen wir seit langem. Ueber die hormonale Regulation des Kohlehydratstoffwechsels gibt eine jüngst erschienene Arbeit von Merten (12) eine Uebersicht über die Literatur.

Praktische Bedeutung gewinnen alle im vorstehenden referierten Untersuchungen, worauf auch schon hingewiesen wurde bei der diätetischen Therapie des Diabetes. Hier spielt ja gerade das Brot eine ganz besondere und bedeutungsvolle Rolle.

Nicht nur, daß es Schwierigkeiten bereitet, es vollkommen bei der Therapie des Diabetikers aus der Diät auszuschalten, sondern es ist die Kost des Diabetikers geradezu aufgebaut auf der Einheit: 12 KH = 20 g Weißbrot. Mag auch das letztere, aus Weizenmehl geringeren Ausmahlungsgrades hergestellte Brot allein zu diagnostischen Zwecken dienen, so bezieht doch die darauf sich stützende Diät alle Brotarten und Getreidemehle ein. Ja, es fehlt bekanntlich nicht an Stimmen, die gerade die bessere Verträglichkeit der hochprozentig ausgemahlenen Mehle und der daraus hergestellten Brote beim Diabetiker rühmen. Hierbei ist zu bemerken, daß nach Grafe (6, Seite 325) die groben Brote bestenfalls etwa 20 % weniger glykosurisch wirken, als die entsprechende Menge Weizenbrot.

Falta (13) stellt auf Grund aller Erfahrungen eine Formel des Zuckerwertes einer Nahrung auf. Jedoch gibt er selbst zu, daß diese Formel nicht ganz schematisch gebraucht werden kann und sagt dann später:

„Daß neben dem stofflichen Faktor noch andere Momente in Betracht kommen, ging schon aus der Verschiedenheit der Kohlehydrat- bzw. Eiweißempfindlichkeit verschiedener Fälle von Diabetes hervor. Dazu kam ferner die Erfahrung, daß die Wirkung gewisser Nahrungsgemische durchaus nicht ihrem Zuckerwerte entspricht."

v. Noorden (14) widerspricht ihm:

„Die meist verbreitete Annahme geht dahin, daß Eiweißkörper nur insoweit Zuckerbildner sein können, als sie mit vorgebildetem Kohlehydrat und geeigneten Aminosäuren gleichsam Zuckerware dem Körper zuführen. Gleichsam als Teilstück einer funktionellen Therapie hat dies am folgerichtigsten inbezug auf diätetische Maßnahmen Falta durchgeführt, indem er den beim Diabetiker zur Wirkung kommenden Zuckerwert der Kost berechnet aus der Summe der Nahrungsmittelkohlehydrate und der aus Eiweißzerfall theoretisch lieferbaren Kohlehydrate. Ich habe dem nie zustimmen können, weil unter sonst gleichen Bedingungen gleicher sogenannter Zuckerwert beim Diabetiker ganz verschiedene Ausschläge gibt, je nachdem die Gesamtkost aufgebaut ist. Gerade die Erfahrungen mit eiweißreichen Nahrungsmitteln weisen am stärksten darauf hin, daß über ihren sogenannten Zuckerwert hinaus Reizwirkungen auf Erregung

und Erregbarkeit des diastatischen Glykogenabbaus sich geltend machen können, sodaß nicht nur unter dem unmittelbaren Einfluß dieser Zuckerbildner die Glykosurie ansteigt, d. h. auf die zeitlich begrenzte Periode der Verarbeitung jener Stoffe in der Leber sich beschränkt, sondern der steigende Einfluß darüber hinaus selbst über einige Tage sich erstrecken kann."

Man sieht aus diesen Zitaten, in welchem Maß auch die Klinik an der Klarstellung der Beziehungen von Mehl und Brot zum Leberglykogengehalt interessiert ist. Ich wende mich nunmehr meinen eigenen Versuchen zu.

Die Untersuchungen, über die ich im folgenden berichte, behandeln, wie schon einleitend gesagt worden, die Frage, wie sich inbezug auf den Leberglykogengehalt eine Nahrung verhält, die im wesentlichen nur aus Roggenvollkornmehl und Fett oder aus einer Mischung von Kaseïn, Kartoffelstärke, Rohrzucker und Fett besteht, bei gleichem Kalorien-, N-, KH- und Fettgehalt und bei genügender Vitamin- und Mineralstoffversorgung des Körpers.

Nun besteht eine bestimmte Beziehung nach den Bickel'schen Tabellen zwischen der Qualität des Nahrungs-N-Trägers und dem Leberglykogengehalt bei ähnlich zusammengesetzten Nahrungsgemischen und gleichem N-Gehalt. Nach diesen Tabellen ist recht häufig, wenn auch nicht regelmäßig, dann der Leberglykogengehalt besonders hoch, wenn ein hoher Harnquotientenwert (C/N und Vac.O/N) mit dem betreffenden Nahrungs-N-Träger verbunden ist, sofern dieser in der definierten gemischten Versuchsnahrung der alleinige Lieferant des Nahrungs-N ist. Das Kaseïn unterhält unter diesen Versuchsbedingungen einen niedrigen Harnquotientenwert. Derjenige Harnquotientenwert, der dem Roggenvollkornmehl zusteht, ist demjenigen für das Kaseïn sehr ähnlich. Wenn dieses Verhalten der Nahrungs-N-Träger unter sonst analogen Versuchsbedingungen der allein ausschlaggebende Faktor für die Glykogenstapelung in der Leber wäre, dann müßte derselbe Glykogenwert oder ein sehr ähnlicher erzielt werden, einerlei, ob ich die oben geschilderte Kaseïndiät oder die Roggenvollkornmehldiät bei meinen Versuchstieren verfüttere. Wie ich hier vorwegnehmen will, war das Resultat meiner Versuche aber ein ganz anderes. Die

mit dem Roggenvollkornmehl gefütterten Tiere hatten wesentlich mehr Glykogen in der Leber als die mit Kaseïn versorgten. Es zeigt sich also auch an diesem Beispiel wieder, daß die Eignungen des Nahrungs-N-Trägers für die Erhaltung einer guten oder schlechten Oxydationslage nicht das einzige ausschlaggebende Moment ist, das die Glykogenstapelung bei im übrigen analogem Kalorien-, Fett- und KH-Gehalt der Nahrung und ähnlichen sonstigen Eigenschaften bestimmt. Ich komme nun zur Besprechung meiner Versuche.

Versuchsanordnung

Versuch I und II

Tiere waren vom Händler zu verschiedenen Zeiten bezogen. Versuche begannen ohne besondere Vorfütterung.

Versuch III

Sämtliche 40 Tiere erhielten 14 Tage vor Beginn der Versuche das gleiche Körnerfutter (Sonnenblumenkerne) als Vorfütterung.

Da die Vorbehandlung verschieden war, konnte man nicht erwarten, daß das Niveau des Leberglykogens bei den 3 Gruppen während des Versuchs dasselbe war. (Vergleiche hierzu Schöndorf's Versuche an Hunden!) Bei differierenden Werten von Versuch zu Versuch hinsichtlich der Höhe des Glykogengehaltes bei einer bestimmten Diät darf man daher nur die Glykogenprozente der in einem Versuch zusammengeschlossenen Tiere unter sich vergleichen.

Es sollte mit alledem gesagt werden, daß, gleichgültig, welches Niveau das Leberglykogen bei der als Maßstab dienenden Kaseïnnahrung hat, im Vergleichsversuch regelmäßig bei der Roggenvollkornmehl-Diät der Glykogengehalt höher war. Man wird erwarten dürfen, daß die Differenz um so größer ist, je niedriger das Niveau des Glykogens bei der Kaseïnnahrung liegt. Denn, wenn schon eine Diät, wie es bei meinen Versuchen mit der Mehldiät der Fall war, die Glykogenanreicherung möglicherweise in der Leber begünstigt, dann wird dieser Effekt um so stärker auftreten, je weniger die Glykogenkammern von Anfang an gefüllt sind. Man wird daher bei meinen Versuchen erwarten dürfen, daß in den Fällen, in denen der Leberglykogengehalt bei der Kaseïnnahrung bereits hoch

war, die Steigerung durch die Mehldiät nicht die Dimensionen annahm, wie in den Fällen, in denen der Leberglykogengehalt bei der Kaseïndiät im Rahmen desselben Versuchs niedrig war.

Im einzelnen wurden die Versuche so durchgeführt, daß die Tiere regelmäßig 22 Stunden nach der letzten Nahrungsaufnahme getötet wurden und daß die Tötung einer Gruppe und auch die Tötung der zusammengehörenden Tiergruppen im Verlauf einer halben Stunde erfolgte. Insbesondere wurden immer die 5 Tiere, die zu einer Analysengruppe gehörten, im Verlauf weniger Minuten getötet, um postmortalen Glykogenverlust in der Leber zu vermeiden. (Pflüger-Bösl'sche Glykogenbestimmung).

Zu beachten ist, daß bei allen Versuchen ausschließlich frisch ausgemahlenes Roggenvollkornmehl zur Verwendung kam.

Glykogen-Bestimmung

Die Glykogengewinnung:

Die Leber wird rasch aus dem Tierkörper herauspräpariert und in einen Kolben mit 20 ccm heißer 60%iger Kalilauge gegeben. Das Gewicht des Kolbens mit der Kalilauge ist bekannt, nun wird der Kolben mit der Leber und Kalilauge noch einmal gewogen, um das Gewicht der Lebern der 5 Tiere festzustellen; dann wird das Gemisch 3 Stunden am Rückflußkühler im Wasserbad gekocht und alle 30 Minuten kräftig umgeschüttelt. Nach 3 Stunden wird das in den Lebern vorhandene Glykogen gleich in demselben Kolben heiß mit 96%igem Alkohol ausgefällt. Man gibt solange Alkohol zu, bis nichts mehr ausfällt. Das Glykogen fällt in weißlichen Flocken aus, man läßt bis zum anderen Morgen stehen. Der Niederschlag wird dann mit Hilfe der Saugpumpe auf einem Glasfilter gesammelt, die gesammelte Menge Glykogen, sowie das Glasgefäß, in der die Fällung des Glykogens erfolgte, wird ebenfalls mit Alkohol und dann zum Schluß mit Äther gewaschen. Es wird dann im Luftstrom getrocknet. Der ausgewaschene Glykogenrückstand wird in 90 ccm heißem, destilliertem Wasser gelöst, mit 10%iger Salzsäure versetzt, bis blaues Lackmuspapier rot wird, und noch ein Überschuß von 4,8 ccm konzentrierter Salzsäure hinzugesetzt. Dann wird wieder 3 Stunden im Wasserbad am Rückflußkühler gekocht, mit einigen Tropfen der 60%igen Kalilauge eine schwach alkalische Reaktion hergestellt und in einen 100 ccm Meßkolben filtriert. In $3 \times 0{,}05$ ccm der filtrierten Zuckerlösung wird schließlich die Zuckerbestimmung nach Hagedorn-Jensen gemacht. Ist die Lösung sehr stark konzentriert, so müssen noch kleinere Mengen zur Zuckerbestimmung genommen werden.

Zuckerbestimmung nach Hagedorn-Jensen

Erforderliche Lösungen:

1. n/10 Natronlauge. (1 ccm)
2. 45 g Zinksulfat in 100 ccm Wasser
2a. von der Lösung 2 werden 2 ccm mit Wasser auf 200 ccm verdünnt. (5 ccm)
3. 1,650 g reinstes Kaliumferricyanid u. 1060 g Natriumcarbonat geglüht, auf 1000 ccm mit Wasser auffüllen. (2 ccm)
4. 50 g Natriumchlorid und 10 g Zinksulfat werden auf 160 ccm mit Wasser gelöst. (4 Teile)
5. 12,3 g Kaliumjodid in 100 ccm Wasser lösen. (1 Teil)
6. 3 ccm Eisessig mit Wasser auf 100 ccm auffüllen. (2 ccm)
7. 1 g lösliche Stärke in 100 ccm gesättigter Natriumchloridlösung warm lösen. (3 Tropfen)

Vor dem Gebrauch werden 4 Teile Lösung 4 und 1 Teil Lösung 5 gemischt nnd davon 2 ccm zur Analyse zugesetzt. Lösung 5 muß in einer braunen Flasche aufbewahrt und alle 8 Tage neu bereitet werden, da sich leicht freies Jod abscheidet.

Ausführung der Analyse

In einem Glas von 15 cm Höhe und 3 cm Weite werden 1 ccm n/10 NaOH mit 5 ccm Zinksulfatlösung (Lösung 2a) gemischt und 0,1 bzw. 0,05 ccm Zuckerlösung aus einer Kapillarpipette hineingegeben; zum Ausspülen wird die Lösung 3 mal hochgezogen und zurückgeblasen. Die Gläser werden 3 Minuten in ein kochendes Wasserbad gestellt; danach wird von dem entstandenen grauen Niederschlag in gleich hohe Gläser durch ein kleines Filter abfiltriert. Jedes Glas wird 2 mal mit 3 ccm dest. Wasser ausgewaschen und ebenfalls durch das Filter gegeben. In die farblose Lösung gibt man 2 ccm Kaliumferricyanidlösung. In zwei Kontrollgläser gibt man ca. 6 ccm Wasser und 2 ccm Kaliumferricyanidlösung. Alle Gläser werden 15 Minuten im kochenden Wasserbad erhitzt. Nach dem Erkalten kommen nacheinander in jedes Glas: 2 ccm Gemisch von Lösung 4 u. 5, 2 ccm Lösung 6 und 3 Tropfen Lösung 7. Die jetzt blaue Lösung wird aus einer 10 ccm Bürette auf farblos titriert, mit Lösung 8 = 1 ccm einer normalen Natriumthiosulfatlösung wird im Meßkolben auf 200 ccm aufgefüllt. Die verbrauchten ccm Thiosulfat werden aus der Tabelle abgelesen und so die ‰ Glykogentraubenzucker ermittelt.

Versuch I

20 Ratten

A. Kaseïn

Nahrung für 10 Ratten				Gewicht je 5 Ratten		
	Gew.	Kal.	N	Tag	g	g
Kaseïn	10,0 g	41,0	1,234	1.	755	755
Lebertran	25,0 ccm	225,0	—	3.	„	„
Zucker	60,0 g	240,0	—	5.	„	„
Kartoffelstärke	50,0 g	167,5	0,040	7.	760	760
Salzgemisch	2,0 g	—	—	10.	„	„
Apfelsinensaft	10,0 ccm	—	—	12.	—	„
Wasser	600,0 ccm	—	—	—	—	—
		673,5	1,274			

	Lebergewicht	Glykogen-Traubenzucker
5 Ratten nach 10 Tagen getötet	39,5 g	0,958 %
5 Ratten nach 12 Tagen getötet	40,2 g	0,991 %

B. Roggenvollkornmehl (Knäckebrotmehl H)

Nahrung für 10 Ratten				Gewicht je 5 Ratten		
	Gew.	Kal.	N	Tag	g	g
Roggenvollkornmehl	85,1 g	289,0	1,234	1.	760	760
Lebertran	25,0 ccm	225,0	—	3.	„	„
Zucker	35,0 g	140,0	—	5.	765	765
Salzgemisch	2,0 g	—	—	7.	„	„
Apfelsinensaft	10,0 ccm	—	—	10.	„	768
Wasser	600,0 ccm	—	—	12.	—	„
		654,0	1,234			

	Lebergewicht	Glykogen-Traubenzucker
5 Ratten nach 10 Tagen getötet	41,5 g	1,779 %
5 Ratten nach 12 Tagen getötet	41,9 g	1,818 %

Versuch II

20 Ratten

A. Kaseïn

Nahrung für 10 Ratten				Gewicht je 5 Ratten		
	Gew.	Kal.	N	Tag	g	g
Kaseïn	10,0 g	41,0	1,234	1.	775	775
Lebertran	25,0 ccm	225,0	—	3.	„	„
Zucker	60,0 g	240,0	—	5.	„	780
Kartoffelstärke	50,0 g	167,5	0,040	7.	780	„
Salzgemisch	2,0 g	—	—	10.	„	„
Zitronensaft	10,0 ccm	—	—	12.	—	„
Wasser	600,0 ccm	—	—	—	—	—
		673,5	1,274			

	Lebergewicht	Glykogen-Traubenzucker
5 Ratten nach 10 Tagen getötet	34,0 g	1,629 %
5 Ratten nach 12 Tagen getötet	32,5 g	1,630 %

B. Roggenvollkornmehl (Knäckebrotmehl H)

Nahrung für 10 Ratten				Gewicht je 5 Ratten		
	Gew.	Kal.	N	Tag	g	g
Roggenvollkornmehl	85,1 g	289,0	1,234	1.	780	780
Lebertran	25,0 ccm	225,0	—	3.	„	„
Zucker	35,0 g	140,0	—	5.	785	„
Salzgemisch	2,0 g	—	—	7.	„	785
Zitronensaft	10,0 ccm	—	—	10.	„	„
Wasser	600,0 ccm	—	—	12.	—	„
		654,0	1,234			

	Lebergewicht	Glykogen-Traubenzucker
5 Ratten nach 10 Tagen getötet	37,0 g	2,605 %
5 Ratten nach 12 Tagen getötet	38,0 g	2,626 %

Versuch III

A. Kaseïn

50 Ratten

Nahrung für 10 Ratten	Gew.	Kal.	N	Gewicht je 10 Ratten Tag	g
Kaseïn	10,0 g	41,0	1,234	1.	1700
Kartoffelstärke	60,0 g	195,0	0,048	3.	„
Zucker	42,0 g	172,0	—	5.	1750
Lebertran	20,0 ccm	180,0	—	7.	„
Apfelsinensaft	10,0 ccm	—	—	9.	1760
Salzgemisch	2,0 g	—	—	11.	950 (5 Ratt.)
Wasser	600,0 ccm	—	—	—	—
		588,0	1,282		

	Leber-gewicht	Glykogen-Traubenzucker
5 Ratt. nach 10 Tag. getötet (Gew. 810 g)	39,8 g	2,866 %
5 Ratt. nach 11 Tag. getötet (Gew. 950 g)	45,4 g	2,841 %

B. Roggenvollkornmehl (Knäckebrotmehl H)

Nahrung für 10 Ratten	Gew.	Kal.	N	Gewicht je 10 Ratten Gruppen Tag	I	II	III	IV
					g	g	g	g
Roggen-vollkornmehl	95,5 g	325,0	1,284	1.	1750	1620	1800	1700
Lebertran	20,0 ccm	180,0	—	3.	1720	„	„	„
Zucker	20,0 g	82,0	—	5.	1800	1660	„	1750
Apfelsinensaft	10,0 ccm	—	—	7.	„	„	„	„
Salzgemisch	2,0 g	—	—	9.	„	„	„	„
Wasser	600,0 ccm	—	—	10.	—	1670	„	„
		587,0	1,284	11.	—	—	900	1760
				12.	—	—	„	„
				13.	—	—	—	—

	Lebergewicht	Glykogen-Traubenzucker
5 Ratten nach 10 Tagen getötet	43,2 g	3,773 %
5 Ratten nach 10 Tagen getötet	43,6 g	3,555 %
5 Ratten nach 11 Tagen getötet	50,9 g	3,830 %
5 Ratten nach 11 Tagen getötet	45,6 g	4,166 %
5 Ratten nach 12 Tagen getötet	44,4 g	3,851 %
5 Ratten nach 13 Tagen getötet	47,4 g	3,670 %
5 Ratten nach 13 Tagen getötet	41,8 g	3,851 %
5 Ratten nach 13 Tagen getötet	45,2 g	4,004 %

Besprechung der Versuche

Im Versuch I

wurden die Tiere nach 10 bzw. 12 tägiger Fütterung zum Zweck der Leberglykogenbestimmung getötet. Während der Fütterung hatten sowohl die Kaseïn- wie auch die Roggenvollkornmehl-Tiere an Gewicht zugenommen. Es wurden immer 5 Kaseïn-Ratten und 5 Vollkornmehl-Ratten unmittelbar hintereinander am 10. und die restlichen 5 Kaseïn- und Vollkornmehl-Tiere nach 12 tägiger Fütterung getötet. Die frischen Lebergewichte waren durchgängig in allen Fällen sehr ähnlich. Sie bewegten sich von 39,5 g bis 41,9 g. Dabei war das Höchstgewicht bei den Kaseïn-Tieren 39,5 und 40,2 g, bei den Vollkornmehl-Tieren 41,5 bis 41,9 g. Der %-Leberglykogengehalt betrug bei Berechnung auf Glykogentraubenzucker bei den Kaseïn-Gruppen 0,958 bzw. 0,991 %, während er bei den Vollkornmehl-Tieren 1,779 bzw. 1,818 % betrug.

Im Versuch I

ergaben also die Mittelwerte:

Kaseïn-Tiere . . . . . 0,973 % Glykogentraubenzucker
Vollkornmehl-Tiere . . . . . 1,799 % „

Im Versuch II

ergaben die Mittelwerte:

Kaseïn-Tiere . . . . . 1,630 % Glykogentraubenzucker
Vollkornmehl-Tiere . . . . . 2,616 % „

Im Versuch III

ergaben die Mittelwerte:

Kaseïn-Tiere . . . . . 2,854 % Glykogentraubenzucker
Vollkornmehl-Tiere . . . . 3,838 % „

Wenn man den Glykogenwert bei der Kaseïnnahrung als Maßstab für den Füllungszustand der Glykogenkammern annimmt, dann sieht man, daß durch den gleichen, den Glykogenbestand anreichernden Eingriff eine um so geringere Anfüllung erzielt wird, je höher der ursprüngliche Füllungszustand war. Die 3 Ratten-Gruppen hatten einen ganz verschiedenen Glykogenbestand. Das dürfte wahrscheinlich wesentlich mit durch die dem Versuch voraufgegangene verschiedene Ernährung bedingt sein, da das Kaseïn als Nahrungseiweiß niemals eine stärkere Anreicherung der Leber an Glykogen zustande kommen läßt.

So ergab der Versuch:

I Die Vollkornmehl-Tiere hatten einen 84,6 % höheren Glykogengehalt als die Kaseïn-Tiere.

II Die Vollkornmehl-Tiere hatten einen 60,5 % höheren Glykogengehalt als die Kaseïn-Tiere.

III Die Vollkornmehl-Tiere hatten einen 34,5 % höheren Glykogengehalt als die Kaseïn-Tiere.

Zusammenfassung

In Versuchen an 90 weißen Ratten wurde folgendes festgestellt:

Wenn im Rahmen einer gemischten kohlehydratreichen und in jeder Hinsicht vollständigen Diät mit einem bestimmten, mäßigen, aber genügenden Eiweißgehalt Kaseïn oder frisch ausgemahlenes Roggenvollkornmehl in N-aequimolecularer Menge der Nahrungs-N-Träger ist und man mit diesen Diäten-Gruppen weißer Ratten ernährt, haben die Tiere mit der Roggenmehlnahrung einen wesentlich höheren Leberglykogengehalt als die Tiere mit der Kaseïnnahrung.

Die vorliegende Dissertation fertigte ich in den „Seminaristischen Übungen für pathologische Physiologie an der Universität Berlin“ unter Leitung von Herrn Professor Dr. Adolf Bickel an. Für die Überlassung des Themas und die Unterstützung, die ich jederzeit gefunden habe, spreche ich Herrn Professor Dr. Bickel meinen herzlichsten Dank aus.

Literaturverzeichnis

1. Dr. chem. Will Kraft:
   Volksgesundheit, Nahrungsfreiheit.
2. Dresel und Hettche:
   Archiv f. Hygiene und Bakteriologie 108, 1932.
3. Pierce:
   The Absorption and utilisation of the carbohydrates.
   Journ. Nutr. 10 Nr. 6,689 — 716 (1935)
   Ref.: Die Ernährung 1. 44. 1936.
4. Danopoulos:
   Glykogengehalt der Leber bei Ernährung mit unterschiedlichen Stärkearten in der gemischten Nahrung Biochemische Zeitschr. 299, 1938.
5. Pflüger und Junkersdorf:
   Pflügers Archiv 1910, Bd. 131, Seite 201.
6. Grafe:
   Die Krankheiten des Stoffwechsels und ihre Behandlung S. 234.
7. Stransky:
   M. Kl. W. 1938, Nr. 24.
8. Kern und Stransky:
   Arch. f. exper. Pathologie 1937 Bd. 185, Seite 403.
9. Pirrl:
   Zeitschrift f. d. ges. exper. Medizin. 1939 (i. Druck).
10. Stöhr:
    Verhalten des Leber- u. Muskelglykogens bei hungernden Ratten nach Belastung mit glukoplastischen Aminosäuren. Biochem. Zeitschr. 299. 1938.

11. Haug:
Steuerung des Leberglykogengehaltes bei eiweißfreier Ernährung durch eine einzelne Aminosäure. Dtsch. Med. Wochenschr. 2, 13. 1. 1939.

12. Merten:
Zeitschr. f. d. ges. exper. Medizin Bd. 105, 1939, Seite 273.

13. Falta:
Die Zuckerkrankheit, Seite 211.

14. v. Noorden:
Neuzeitliche Diabetesfragen, Seite 19-20.

15. Bickel:
Über die Beziehungen der Qualität des Nahrungseiweißes zum Ablauf des Betriebstoffwechsels.

Lebenslauf

Am 13. 3. 1912 wurde ich, Hermann, Alfred, Heinz Werner als Sohn des Bankbeamten Alexander Werner und seiner Ehefrau Else, geb. Becker zu Posen geboren.

Mit 6 Jahren kam ich auf die Volksschule in Tschicherzig, dem Wohnort meiner Großeltern, 1920 auf die Menzel-Vorschule in Posen und nach deren Schließung durch die Polen auf die Vorschule des dortigen Deutschen Gymnasiums. 1922 besuchte ich die Treitschkeschule, ein Reform-Realgymnasium in Berlin-Wilmersdorf. Hier bestand ich 1931 die Reifeprüfung und begann, an der Universität Berlin Medizin zu studieren. Im März 1934 bestand ich das Physikum und trat im November desselben Jahres in das Reichsheer ein. Am 1. 4. 1935 wurde ich als Fahnenjunker in das Sanitäts-Korps übernommen und bis Juni 1937 zur Militärärztlichen Akademie kommandiert. Nach bestandenem Staatsexamen wurde ich mit dem 1. 7. 1937 in die Sanitäts-Abteilung 2 versetzt, der ich jetzt als Oberarzt angehöre.